

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公 開 特 許 公 報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平11-156568

(43) 公開日 平成11年(1999) 6月15日

(51) Int.Cl.<sup>8</sup>

識別記号

F I

B 2 3 K 26/00

B 2 3 K 26/00

B

H 0 1 S 3/00

H 0 1 S 3/00

B

審査請求 未請求 請求項の数4 O L (全 5 頁)

(21) 出願番号 特願平10-243439

(22) 出願日 平成10年(1998) 8月28日

(31) 優先権主張番号 特願平9-277921

(32) 優先日 平 9 (1997) 9月26日

(33) 優先権主張国 日本 (J P)

(71) 出願人 000002107

住友重機械工業株式会社

東京都品川区北品川五丁目 9 番11号

(72) 発明者 林 健一

神奈川県平塚市夕陽ヶ丘63番30号 住友重

機械工業株式会社総合技術研究所内

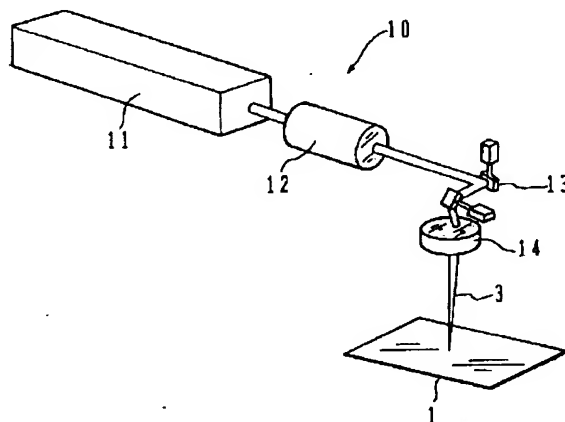
(74) 代理人 弁理士 高橋 敬四郎 (外 1 名)

(54) 【発明の名称】 透明材料のマーキング方法

(57) 【要約】

【課題】 薄い透明基板へのマーキングに適したマーキング方法を提供する。

【解決手段】 マーキング対象物を準備する。マーキング対象物を形成する材料を透過する波長域のレーザー光を、 $f\theta$  レンズを用いて該マーキング対象物の内部に集光させることにより、該マーキング対象物の内部にマーキングを行う。



BEST AVAILABLE COPY

## 【特許請求の範囲】

【請求項1】 マーキング対象物を準備する工程と、前記マーキング対象物を形成する材料を透過する波長域のレーザ光を、 $f\theta$ レンズを用いて該マーキング対象物の内部に集光させることにより、該マーキング対象物の内部にマーキングを行う工程とを有するマーキング方法。

【請求項2】 前記マーキング対象物が、ガラスもしくはPMMAで形成されている請求項1に記載のマーキング方法。

【請求項3】 前記マーキングを行う工程において、前記マーキング対象物を形成する材料の屈折率を考慮して、レーザ光の集光点が前記マーキング対象物の内部に位置するように、前記マーキング対象物の表面から前記レーザ光の集光点までの深さを制御する請求項1または2に記載のマーキング方法。

【請求項4】 前記マーキング対象物が板状の形状を有し、前記マーキングを行う工程において、前記マーキング対象物の厚さ方向の中心位置よりも深い位置に前記レーザ光を集光させる請求項1～3のいずれかに記載のマーキング方法。

## 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、透明材料のマーキング方法に関し、特にレーザ光を用いた透明材料のマーキング方法に関する。

## 【0002】

【従来の技術】レーザ光によるアブレーション（爆触）現象を利用して、例えば透明ガラス基板等のマーキング対象物の表面に窪みを形成することによりマーキングを行う方法が知られている。この方法によると、マーキング対象物の表面に微小な割れが生じ、その破片が生産ラインに混入するおそれがある。さらに、アブレーション現象を利用してマーキングを行うと、形成されたマークの近傍に「デブリ」と称される付着物が付着する。このデブリを除去するために、ガラス基板表面を洗浄する必要がある。

【0003】特公平7-69524号公報に、透明なプラスチックの内部にレーザ光を集光させ、焼け焦げを生じさせて、プラスチック材料の内部に模様を現出させる方法が開示されている。この方法は、マーキング対象物がレーザ照射により焼け焦げを生じる材料、例えばプラスチック等で形成されている場合に制限される。

【0004】特開平3-124486号公報に、ガラスの内部にレーザ光を集光させて、その表面に損傷を与えることなくマーキングを行う方法が開示されている。この方法では、内部の破壊しきい値が表面の破壊しきい値の5～20倍のガラス材料の内部に、表面においてはその破壊しきい値を超えることなく、内部においてその破壊しきい値を超えるようにレーザ光を照射する。その実

施例においてはマーキング対象物としてプラスチックが使用されており、集光点近傍に、直径20～40 $\mu$ m、深さ100～250 $\mu$ m程度の範囲にわたって、溶融及び変質等が生じるとされている。

【0005】しかし、内部と表面との破壊しきい値が同程度のガラス材料の内部においてのみしきい値を超えるようにレーザ光を集光させることは困難である。表面において破壊しきい値を超えると、表面にクラックが発生してしまう。

10 【0006】特開平4-71792号公報に、透明基板の内部に焦点を結ぶようにレーザ光を照射し、透明基板の内部を選択的に不透明にするマーキング方法が開示されている。この方法では、絶縁破壊により透明材料を不透明化する。その実施例では、数百 $\mu$ mの幅にわたって厚さ約2.3mmの石英基板の内部が不透明になり、これを表面から見ると白い符号として識別することができる。レーザ光の焦点の深さを精密に制御することは困難であるため、薄い透明材料へのマーキングには適さない。

20 【0007】また、特表平6-500275号公報には、比較的厚肉の材料をマーキングの対象とした三次元マーキングの可能性が示唆されている。

## 【0008】

【発明が解決しようとする課題】上述の透明材料内部へのマーキング方法では、十分厚い透明材料にマーキングすることはできるが、薄い透明基板等へのマーキングには適さない。

【0009】本発明の目的は、薄い透明基板へのマーキングに適したマーキング方法を提供することである。

## 【0010】

【課題を解決するための手段】本発明の一観点によると、マーキング対象物を準備する工程と、前記マーキング対象物を形成する材料を透過する波長域のレーザ光を、 $f\theta$ レンズを用いて該マーキング対象物の内部に集光させることにより、該マーキング対象物の内部にマーキングを行う工程とを有するマーキング方法が提供される。

40 【0011】 $f\theta$ レンズを用いているため、レーザ光の光軸を振った場合にも、マーキング対象物の表面から集光点までの深さをほぼ一定に維持することができる。このため、マーキング対象物のある範囲内のほぼ一定の深さの位置にマーキングすることが可能になる。

## 【0012】

【発明の実施の形態】本発明の実施例を説明する前に、本願発明者の行った評価実験について説明する。焦点距離100mmの凸レンズを使用してNd:YLFレーザの4倍高調波（波長262nm）をガラス基板内部に集光させた。4倍高調波のレーザ光のビーム径は3mm、1ショットあたりのエネルギーは0.4mJである。このとき、ガラス基板の内部に幅約100 $\mu$ mの面内方向の

クラックが生じるとともに、そのクラックを起点としてガラス基板の厚さ方向にも長さ約500 $\mu$ mのクラックが生じていることが判明した。

【0013】厚さ1~2mmのガラス基板にマーキングを行うと、基板内部のみならず、表面にもクラックが発生してしまうことが判明した。基板表面にクラックが発生すると、基板の機械的強度が低下するとともに、基板からパーティクルが飛散する。

【0014】基板表面にもクラックが発生する原因として、以下のことが考えられる。第1に、ガラス基板の表面にもともと存在している凹凸や微細な傷が要因となり、クラックが発生してしまう。第2に、基板表面に付着しているゴミがレーザ光を吸収するため、基板表面において予想以上のエネルギーのレーザ光が吸収される。基板表面にクラックを生じさせることなく基板内部にマーキングを行うためには、レーザ光の集光点の深さ方向の位置制御をより厳密に行う必要があると考えられる。

【0015】本発明の実施例によると、レーザ光の集光点の位置制御の精度を高めることができる。以下、本発明の実施例について説明する。

【0016】図1は、本発明の実施例で用いるマーキング装置の斜視図を示す。マーキング装置10は、レーザ光源11、ビーム整形器12、ガルバノミラー13、f $\theta$ レンズ14を含んで構成される。レーザ光源11から出射したレーザ光がビーム整形器12で整形され、ガルバノミラー13で反射し、f $\theta$ レンズ14で収束されて収束光線束3となる。収束光線束3が、透明ガラス基板1を照射する。

【0017】レーザ光源11は、例えばNd:YLFレーザの4倍高調波(波長262nm)を出力する。出力されるレーザ光のパルス幅は約10msである。f $\theta$ レンズ14として、例えば焦点距離50mmのものを使用する。透明ガラス基板1として、例えば厚さ10mmの合成石英基板を使用する。

【0018】図2は、レーザ光の伝搬の様子を示すための透明ガラス基板1の断面図である。透明ガラス基板1の屈折率をnとする。透明ガラス基板1の屈折率を1と仮定したとき、f $\theta$ レンズ14で収束された収束レーザ光3の集光点Pの基板表面2からの深さをH1とする。実際のガラス基板の屈折率nは1よりも大きいので、基板1の表面におけるレーザ光の屈折により、実際の集光点Qの深さH2は、H1 $\times$ nになる。特に、薄い基板にマーキングを施す場合には、屈折による集光点の深さの変動が無視できない量になる。従って、ガラス基板1の屈折率を考慮して、集光点がガラス基板1の内部に位置するようにレーザ光3とガラス基板1との相対位置関係を制御することが好ましい。

【0019】レーザ光3を集光点Qに集光させ、集光点Qの位置に光学的損傷(Optical Damage)あるいは光学的絶縁破壊(Optical Breakdown)を起こさせる。本願

発明者の実験によると、集光点Qの位置に基板面内方向のクラック5が発生するとともに、クラック5から基板表面に向かって延びるクラック6が観測された。クラック5及び6が発生するのは、レーザ光3を集光することにより、レーザ光の非線型的な吸収が生ずるためと考えられる。このように、クラック5と6とにより、マーク7が形成される。図1に示すガルバノミラー13を揺動させて1ショットごとにレーザ光の集光点を移動させることにより、基板1の面内方向に分布する複数のマーク7を形成することができる。なお、ガルバノミラー13を揺動させる代わりに、基板1を面内方向に移動させてもよい。

【0020】クラック6が基板表面2まで到達するとガラス基板1が割れ易くなるため、クラック6が基板表面2まで到達しないように、集光点Qの深さ、及びレーザ光3のエネルギーを制御する必要がある。また、クラック6の長さは、f $\theta$ レンズ14の焦点距離によっても影響を受ける。

【0021】マーク7の視認性を高めるためには、マーク7を大きくすることが好ましい。しかし、マーク7を大きくすると、クラック6が基板表面2まで到達し易くなる。レーザ光のエネルギーを下げてマーク7を小さくし、基板面内におけるマーク7の分布密度を高くすることにより、クラック6を基板表面2に到達させることなく、かつ視認性を高めることができる。

【0022】また、クラック6は、集光点Qからレーザ光の入射する基板表面2に向かって延びるため、集光点Qの深さH2を、基板1の厚さの1/2よりも深くすることが好ましい。

【0023】次に、レーザ光の収束光学系としてf $\theta$ レンズを用いた効果について説明する。

【0024】図3(A)は、通常の凸レンズを用いた場合のレーザ光の収束の様子を示し、図3(B)は、f $\theta$ レンズを用いた場合のレーザ光の収束の様子を示す。

【0025】図3(A)に示すように、通常の凸レンズを用いた場合には、レーザ光の光軸がレンズの光軸に対して傾くと、凸レンズの収差の影響により集光点17が浅い位置に移動する。このため、広い範囲にマークを形成することが困難である。

【0026】図3(B)に示すように、f $\theta$ レンズを用いると、レーザ光の光軸が基板面に対して傾いた場合にも、その集光点Qまでの深さをほぼ一定に保つことができる。このため、基板表面を損傷させることなく、薄いガラス基板の比較的広い範囲にマークを形成することができる。また、集光点Qの面内方向の移動距離が、f $\theta$ レンズ入射前のレーザ光の光軸の傾きの変化に比例するため、歪の少ない模様を描くことが可能になる。

【0027】上記実施例では、ガラス基板の表面ではなく、その内部にマークを形成するため、ガラス基板の破片及びパーティクルの発生を防止することができる。こ

のため、清浄な状態でマーキングを行うことができ、生産ラインへのパーティクル等の混入を防止することができる。

【0028】上記実施例では、Nd:YLFレーザの4倍高調波を用いた場合を説明したが、加工対象物との関係で適当なレーザ装置を用いることができる。例えば、石英ガラスに対しては、赤外線領域、可視光領域あるいは紫外線領域のレーザ光を用いることができる。紫外線を透過させない一般的な板ガラスに対しては、赤外線領域あるいは可視光領域のレーザ光を用いることができる。

【0029】レーザ光源としては、操作し易いNd:YAGレーザ、Nd:YLFレーザ等のレーザダイオード励起固体レーザを用いるのが便利である。例えば、波長1.064 $\mu$ mのNd:YAGレーザを用いる場合、波長変換器で2倍高調波に変換すれば可視光領域のレーザ光を得ることができる。3倍高調波あるいは4倍高調波に変換すれば、紫外線領域のレーザ光を得ることができる。なお、使用するレーザ光の波長を短くすれば解像度が高くなるため、より小さなマークを形成することが可能になる。

【0030】さらに、レーザ光源として、パルス発振のものを用いることにより、制御性よくマーキングを行うことができる。上記実施例では、パルス幅10msのレーザ光を使用した。パルス幅15nsのものを使用してもガラス基板に同様のマーキングを行うことができた。パルス幅を短くすることにより、レーザ照射による熱的効果による影響を少なくし、マークの深さ方向の位置を均一に近づけることができる。パルス幅が1ns以下のレーザ光源を用いることが好ましい。

【0031】上記実施例では、ガラス基板にマーキングを行う場合を説明した。次に、ポリメチルメタクリレート(PMMA)基板にマーキングを行う他の実施例について説明する。使用したマーキング装置の基本構成は、図1に示すものと同様である。ただし、f $\theta$ レンズ14として、焦点距離28mmのものを用い、レーザ光としてNd:YLFレーザの2倍高調波を用いた。レーザ光の1ショットあたりのエネルギーは、0.5mJである。厚さ2mmのPMMA基板にマーキングを行ったところ、基板表面に損傷を与えることなく、基板内部にのみマークを形成することができた。

【0032】PMMAに顔料を混入させて着色したり、紫外線吸収剤を混入させることができる。着色されたあるいは紫外線吸収剤を混入させたPMMAにマーキングを行う場合には、そのPMMAに対して透過率の大きな波長域のレーザ光を用いることが好ましい。透過率の大きな波長域のレーザ光を用いることにより、表面近傍でのレーザ光の吸収を少なくし、基板の内部までレーザ光を到達させることができる。基板内部でPMMAの破壊しきい値を超えると、そこで光学的損傷が生じ、マークを形成することができる。

【0033】以上実施例に沿って本発明を説明したが、本発明はこれらに制限されるものではない。例えば、種々の変更、改良、組み合わせ等が可能なことは当業者に自明であろう。

【0034】

【発明の効果】以上説明したように、本発明によれば、レーザ光を透明材料の内部に集光させることにより表面に達しないクラックを発生させることができる。クラックが表面に達しないため、マーキングによる透明材料の破片や粉末の発生を防止できる。

【0035】また、f $\theta$ レンズを用いてレーザ光を集光しているため、レーザ光を走査しても集光点の深さをほぼ一定に保つことができる。さらに、歪の少ない模様を描くことが可能になる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の実施例で用いるマーキング装置の斜視図である。

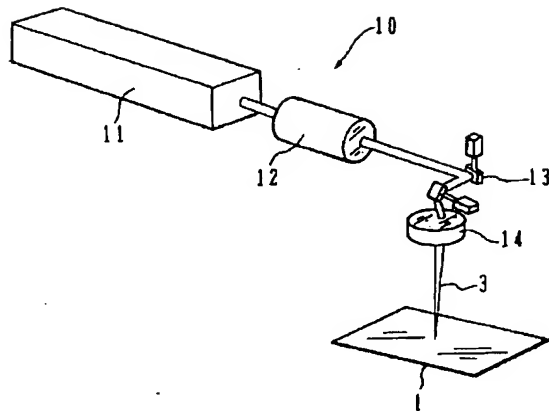
【図2】マーキング対象物の断面図である。

【図3】通常の凸レンズを用いた場合と、f $\theta$ レンズを用いた場合の、レーザ光の伝搬の様子を示す図である。

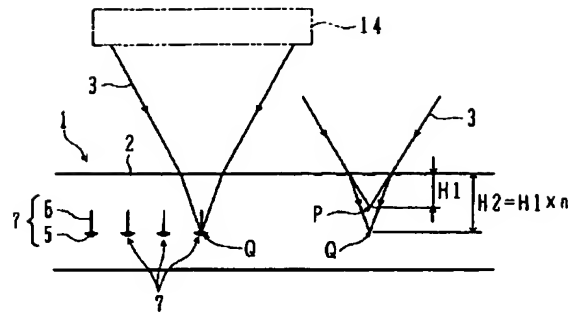
【符号の説明】

- 1 透明材料
- 2 透明材料表面
- 3 レーザ光
- 5、6 クラック
- 7 マーク
- 11 レーザ光源
- 12 ビーム整形器
- 13 ガルバノミラー
- 14 f $\theta$ レンズ

【図 1】

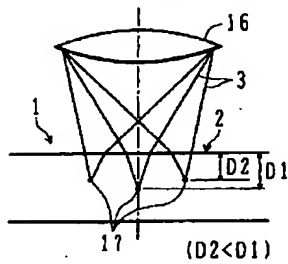


【図 2】



【図 3】

(A) 通常のレンズを用いた場合



(B) fθレンズを用いた場合

